Journal of Quality Engineering and Management

www.pqprc.ir

J. Qual. Eng. Manag. Vol. 14, No. 2 (2024) 145–161.

Paper Type: Original Article

Analysis and Calculation of Iran's Composite Quality Index Using Shannon Entropy Approach

Zahra Pourkhaghan Shahrezaii*

Economic expert and project feasibility studies, Iran Quality and Standard Inspection Company, Tehran, Iran; zahrapourkhaghan@gmail.com.

Citation:

Received: 27 January 2024 *Revised: 02 April 2024* *Accepted: 07 June 2024*	Pourkhaghan Shahrezaii, Z. (2024). Analysis and calculation of Iran's composite quality index using shannon entropy approach. *Journal of Quality Engineering and Management, 14*(2), 145-161.

Abstract

Purpose: This study aims to provide a comprehensive and accurate assessment of Iran's overall quality status in 2023 across six key dimensions: economy, technology, infrastructure, education, healthcare, and environment. The research also seeks to determine Iran's global ranking and offer insights for future improvement.

Methodology: Key indicators within each dimension were analyzed and weighted using the Shannon entropy method. The six individual quality indices were then aggregated to construct a single, unified national quality index.

Findings: Iran's overall quality index was estimated at 0.449, below the global average of 0.53, ranking 72nd out of 130 countries. While Iran performs close to the worldwide average in most dimensions, its infrastructure index falls significantly short.

Originality/Value: This study is among the first to apply a multidimensional index construction using Shannon entropy for assessing national quality. It provides a quantitative and practical framework that highlights Iran's strengths and weaknesses, supporting evidence-based policy planning.

Keywords: Qualit, Shannon entropy approach, Quality dimensions, Iran, Indexing.

Corresponding Author: zahrapourkhaghan@gmail.com

10.48313/jqem.2024.218908

Licensee System Analytics. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

مهندسی و مدیریت کیفیت

www.pqprc.ir

دوره ۱۴، شماره (۲)، (۱۴۰۳)، ۱۶۱-۱۴۵

نوع مقاله: پژوهشی

تحلیل و محاسبه شاخص ترکیبی کیفیت ایران با استفاده از رویکرد آنتروپی شانون

زهرا پورخاقان شاهرضایی*

کارشناس اقتصادی و مطالعات امکان سنجی طرح‌ها، شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران، تهران، ایران.

چکیده

هدف: این پژوهش با هدف سنجش جامع کیفیت کلی ایران در سال ۲۰۲۳، تلاش دارد تصویری دقیق از وضعیت کشور در ابعاد اقتصادی، تکنولوژی، زیرساخت، آموزش، بهداشت و محیط‌زیست ارایه دهد. تعیین جایگاه ایران در میان کشورهای جهان و ارایه راهکار برای بهبود شاخص کیفیت از اهداف کلیدی آن است.

روش‌شناسی پژوهش: برای تحلیل کیفیت، شاخص‌های کلیدی هر بعد با استفاده از مدل آنتروپی شانون وزن‌دهی و یکپارچه‌سازی شده‌اند. پس از استخراج شاخص‌های کیفیت در شش بعد، شاخص نهایی کشور با رویکرد ترکیبی محاسبه شده است.

یافته‌ها: شاخص کلی کیفیت ایران برابر با ۰/۴۴۹ برآورد شده که کمتر از میانگین جهانی (۰/۵۳) است و رتبه ۷۲ را در میان ۱۳۰ کشور دارد. ایران در بخش زیرساخت عملکرد ضعیف‌تری دارد، اما در سایر ابعاد نزدیک به میانگین جهانی است.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: این مطالعه با رویکردی کمی، برای نخستین‌بار به سنجش کیفیت ایران با مدل آنتروپی شانون و ترکیب چندبعدی پرداخته است.پژوهش، تصویری جامع از نقاط ضعف و قوت کشور ارایه می‌دهد و مبنایی کاربردی برای سیاست‌گذاری آینده فراهم می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: کیفیت، رویکرد آنتروپی شانون، ابعاد کیفی، ایران، نمایه‌سازی.

۱- مقدمه

در حال حاضر هدف اصلی و مشترک توسعه در سطح ملی و بین‌المللی بهبود کیفیت زندگی است؛ ازاین‌رو آینده زندگی بشر متکی بر درک بهتر عواملی است که بر کیفیت زندگی انسان تاثیرگزار است. جایگاه ویژه کیفیت در ادبیات توسعه پایدار و برنامه‌ریزی توسعه اجتماعی و مباحث اقتصادی موجب شده است که دولت‌ها و موسسات غیردولتی در راستای سنجش و شاخص‌سازی آن اقداماتی داشته باشند. این‌گونه اقدامات می‌تواند به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران کمک کند تا حساب‌شده‌تر در مسیر توسعه پایدار گام بردارند.

به‌عنوان‌مثال کشور نروژ در سیاست‌گذاری جهت تخصیص منابع رفاهی و آموزشی از شاخص‌های کیفیت آموزش و نیروی کار بهره گرفته است. کشور نیوزلند ترکیبی از شاخص‌های سلامت، آموزش، اقتصاد و محیط‌زیست را برای سیاست‌گذاری‌های خود استفاده کرده است. آلمان در سیاست‌گذاری شهری از شاخص کیفیت زیرساخت و محیط‌زیست استفاده کرده است. در ایران در برخی از شهرها مانند تهران و مشهد، برخی از

زیرشاخص‌های شاخص کیفیت حمل‌ونقل، بهداشت و محیط‌زیست برای سیاست‌گذاری‌های شهری به‌کار گرفته شده است. شاخص کیفیت می‌تواند به‌عنوان شاخصی کاربری برای ارزیابی کارآمدی سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه پایدار استفاده شود؛ به‌عنوان‌مثال شاخص‌های مانند شاخص توسعه انسانی یا شاخص زندگی پایدار هر دو ابعاد کیفیت زندگی و پایداری تلفی می‌شود. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که توسعه پایدار پیش‌شرط به بهبود کیفیت است و شاخص کیفیت، شاخص سنجش میزان موفقیت یا شکست سیاست‌های توسعه پایدار است.

کیفیت یک کشور با فراگیر بودن و پایداری مرتبط است و مبتنی بر نیاز به توسعه عادلانه در تمام بخش‌های اجتماعی است ازاین‌رو در این مطالعه، شاخص کیفیت کشور از طریق مولفه‌های اصلی و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس اطلاعات موجود محاسبه شده است. به این منظور در مرحله اول با استفاده از روش تحلیل عاملی عوامل موثر بر کیفیت تعیین شده و به کمک تئوری آنتروپی شاخص موردنظر برای هر گروه موثر به‌دست آمده است؛ سپس شاخص‌های به‌دست آمده مجددا در فرآیند آنتروپی قرار گرفته و ضمن مشخص شدن شدت تاثیر هر کدام بر کیفیت، شاخص کل کیفیت به‌دست آمده است. در پایان بر اساس شاخص‌های مذکور، کشورها رتبه‌بندی شده‌اند.

در قسمت اول این مقاله مبانی نظری و تعریف کیفیت و توسعه پایدار ارایه شده است؛ سپس مطالعات انجام‌شده در خصوص ساخت شاخص‌های کیفیت مطرح شده است و پس‌ازآن شاخص‌سازی صورت گرفته و مقایسه شاخص‌ها و رتبه‌بندی کشورها انجام شده است. از ویژگی‌های برجسته این گزارش، ارایه یک رویکرد سیستماتیک برای سنجش کیفیت در ابعاد چندگانه، استفاده از روش‌های استاندارد برای شاخص‌سازی و تجمیع داده‌ها، تکیه بر تحلیل‌های کمی و کیفی برای تفسیر نتایج و امکان‌سنجی مقایسه وضعیت کشور با استانداردهای بین‌المللی است. این پژوهش می‌تواند یک ابزار تصمیم‌گیری برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان باشد و برای پژوهشگران، سرمایه‌گذاران و عموم مردم نیز می‌تواند کاربردهای ارزشمندی در درک بهتر وضعیت کشور ارایه دهد.

۲- پیشینه تحقیق

تحقیقات متعددی به بررسی کیفیت زندگی پرداختند و هر کدام از زاویه خاصی موضوع مذکور را بررسی نموده‌اند؛ ازجمله:

کروس [1]، در پژوهشی با عنوان کیفیت زندگی دیجیتالی جامعه درنتیجه رشد اقتصادی در شرایط تغییرات نهادی و ساختاری، تاثیر تغییرات تکنولوژی را در رتبه‌بندی کشورهای مختلف جهان بر اساس شاخص کیفیت در سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۲۲ تجزیه‌وتحلیل کرد و مشخص شد که هر چه تولید ناخالص داخلی سرانه بالاتر باشد، شاخص کیفیت تکنولوژی بالاتر است. این نتیجه برای اروپای غربی، آمریکای جنوبی، استرالیا و نیوزیلند و شمال اروپا بسیار مشهود است. نتایج کلی نشان داده است که کیفیت زندگی دیجیتالی یک کشور تحت تاثیر دسترسی آن به اینترنت است.

لیبوریو و همکاران [2] در مقاله‌ای با عنوان استفاده از آنتروپی اطلاعات و نظر کارشناسان در افزایش قدرت تفکیک شاخص‌های ترکیبی، ترکیب دو روش وزن دهی وعینی را پیشنهاد کرده‌اند و ذکر می‌کنند که آنتروپی شانون برای اندازه‌گیری میزان اطلاعات و پراکندگی داده‌ها به‌کار گرفته می‌شود.

مارکوویچ و همکاران [3]، در پژوهشی با عنوان کیفیت بهداشت در جمهوری صربستان به بررسی کیفیت مراقبت‌های بهداشتی طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۲ در صربستان پرداختند. نتایج نشان داد که سیستم مراقبت‌های بهداشتی صربستان یک تعهد قوی و یک تلاش مداوم برای ارایه خدمات مراقبت‌های بهداشتی با کیفیت بالا دارد. این تعهد درنتیجه اصلاحات و ابتکارات مختلف انجام‌شده از سال ۲۰۰۰ با هدف بهبود کیفیت مراقبت‌های بهداشتی و ایمنی است.

سارا و همکاران [4] در مقاله‌ای با عنوان رویکردی تابع‌محور برای ساخت شاخص‌های ترکیبی پویا با استفاده از آنتروپی، روشی برای ساخت شاخص‌های پویا به کمک آنتروپی شانون برای محاسبه وزن متغیرها در دوره‌های مختلف پیشنهاد می‌کنند که می‌توانند در طول زمان و مکان تغییر کند.

لی [5] با استفاده از شاخص‌های ذهنی به ارزیابی کیفیت زندگی در شهر تایپه (پایتخت کشور تایوان) پرداخته است. به‌منظور پیمایش ارزیابی ذهنی ساکنان از کیفیت زندگی، ۳۳۱ نفر از ساکنان این شهر موردمطالعه قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که محل زندگی، زناشو یی، سن، تحصیلات و درآمد، قلمروهای مختلف رضایت را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

ایبم و آموله [6] به بررسی رضایت از کیفیت زندگی ساکنان۱۰ منطقه از دولت ایالت جنو بی نیجریه پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که ۶۱% از پاسخگو یان در کل از زندگی در خانه‌های فعلی خود راضی بوده‌اند؛ اما از دسترسی به خدمات و امکانات احساس نارضایتی می‌کرده‌اند.

اولاجو یجبی و همکاران [7] به بررسی کیفیت زندگی برای کاهش فقر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. آنان کیفیت زندگی را با استفاده از ۱۲ شاخص در سه حوزه اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی موردبررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که کیفیت زندگی ۶۱/۵% از محیط جغرافیایی زیر حد متوسط، ۱۷/۹% بسیار فقیر و ۱۴/۶% در حد متوسط بوده است .

کیرنکو و نوزوروا [8]، در مطالعه‌ای با عنوان "تاثیر اقتصاد سایه بر کیفیت زندگی" تاثیر اقتصاد سایه بر کیفیت زندگی را با استفاده از معادله رگرسیون طی دوره زمانی (۱۹۹۹-۲۰۰۷) بررسی کردند. شاخص مورداستفاده در مطالعه آن‌ها شاخص *HDI* بوده و نتایج پژوهش مذکور نشان می‌دهد که اقتصاد سایه تاثیرات متفاوتی بر سطح و کیفیت زندگی دارد. از یک‌سو تاثیر مثبت بر کیفیت زندگی دارد به‌طوری‌که افزایش درآمدهای ناشی از اقتصاد سایه، درآمد کل را افزایش می‌دهد و از سوی دیگر هم تاثیر منفی بر کیفیت زندگی کاری و امنیت شغلی دارد.

امودرو [9] با استفاده از رو یکرد *MIMIC* در طی بازه زمانی ۱۹۹۱ الی ۲۰۱۸ به برآورد اقتصاد زیرزمینی و ضرر و منافع مالیاتی دولت نیجریه ناشی از وجود اقتصاد سایه پرداخته است. نتایج پژوهش وی نشان می‌دهد که درآمد مالیاتی به‌دست آمده تاثیر مثبت قابل‌توجهی بر تولید ناخالص داخلی دارد، درحالی‌که افت درآمد مالیاتی تاثیر منفی قابل‌توجهی بر تولید ناخالص داخلی دارد. درمجموع بیان می‌کند که ضررهای وجود فعالیت‌های اقتصاد زیرزمینی به دولت بیش از منافع آن بوده و درمجموع وجود اقتصاد سایه اثر منفی بر پیشرفت اقتصادی نیجریه دارد.

قائمی و همکاران [10]، در پژوهشی با عنوان ارایه مدل جامع بعد اقتصادی کیفیت زندگی به روش نظریه‌پردازی زمینه بنیان به تبیین عوامل موثر بر کیفیت اقتصادی زندگی بر مبنای رو یکرد گلوله برفی در چهار حوزه تخصصی پرداختند. نتایج مدل نشان داده است که شاخص‌های فقدان برنامه‌ریزی برای شرایط اقتصادی، نبود زیرساخت‌ها و امکانات لازم جهت استفاده و تغییرات سریع اقتصادی، سلامت جسمانی و محیط کاری است.

پارسامهر و همکاران [11]، در پژوهشی با عنوان بررسی تئوری آنترو پی شانون در وزن‌دار کردن شاخص کیفیت آب، به بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت میقان از نظر شرب، از استاندارد سازمان بهداشت جهانی پرداختند. در پژوهش مذکور ۲۰ نمونه از نظر ۱۱ پارامتر بررسی شده است. شاخص‌سازی پس از تحلیل عاملی داده‌ها، طبقه‌بندی کیفی نمونه‌ها، شاخص کیفیت آب بر اساس آنترو پی وزن‌دار محاسبه شده است.

اصولیان و همکاران [12]، در مقاله‌ای با عنوان تحلیل شاخص کل با رهیافت آنترو پی به بررسی رفتار شاخص کل سهام (بورس اوراق بهادار تهران) در بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۳۹۲ با استفاده از تکنیک آنترو پی چند مقیاسی شانون پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که اطلاعات اصلی در بازه‌های زمانی ماهانه، فصلی، شش‌ماهه و سالانه همچنین نوسانات کوچک در بازه فصلی، علت خطی شاخص کل است.

تقی‌زاده و همکاران [13]، از آنترو پی شانون، رنی، تسالیس و سیمپسون تعمیم‌یافته به‌منظور بررسی ارزشمند بودن شاخص‌های بورس تهران استفاده کردند. آن‌ها با استفاده از داده‌های هفته‌ای و ماهانه به مقایسه شاخص کل، شاخص بازار اول، شاخص مالی و شاخص میانگین پنجاه شرکت برتر پرداختند. آن‌ها دریافتند که مقادیر آنترو پی شانون برای شاخص مالی، نسبت به سه شاخص دیگر بیشتر است؛ ازاین‌رو این شاخص بیشترین بی‌ثباتی را دارد و درنتیجه از سایر شاخص‌ها ارزشمندتر و بهتر است.

اصولیان و همکاران [12]، با استفاده از تکنیک آنترو پی انتقال به بررسی بحران‌های مالی در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۹۰ در بازار آمریکا پرداخت. او با هدف ساختن معیاری از جنس اطلاعات برای شناسایی نواحی بحران، با محاسبه میانگین اطلاعات جاری‌شده در بازه‌های زمانی متوالی، شاخصی از مقدار اطلاعات انتقالی در گذر زمان به دست آورد که در شناسایی نواحی بحران کارآمد بود. وی نشان داد که در نواحی بحرانی، اطلاعات انتقالی به‌وضوح دچار کاهش شده و درواقع کارایی بازار کاهش یافته است.

۳- مبانی نظری

اصطلاح کیفیت، دارای معانی گوناگونی برای افراد و گروه‌های متفاوت است؛ برخی آن را به‌عنوان قابلیت زیست‌پذیری یک ناحیه، برخی دیگر به‌عنوان اندازه‌ای برای میزان جذابیت و برخی به‌عنوان رفاه عمومی، بهزیستی اجتماعی، شادکامی، رضایت‌مندی و غیره تفسیر کرده‌اند. بااین‌وجود هنوز هم یک تعریف قابل‌قبول جهانی برای این مفهوم ثبت نشده است. زیرا بسیاری از محققان بر این باورند که کیفیت مفهومی چندوجهی، نسبی و متاثر از زمان، مکان و ارزش‌های فردی و اجتماعی است. اصطلاح کیفیت کشور به‌طورکلی به وضعیت محیطی که مردم در آن زندگی می‌کنند، مثل آلودگی و کیفیت مسکن، وضعیت مالی، تکنولوژی و همچنین برخی صفات و ویژگی‌های خود مردم مثل سلامت و میزان تحصیلات اشاره دارد.

به عبارتی واژه کیفیت زندگی به توصیف و ارزیابی ماهیت و شرایط زندگی مردم در یک کشور یا منطقه‌ای خاص مربوط می‌شود. کیفیت، از دید جامعه‌شناسی در ارتباط با رعایت استاندارد زندگی است که شامل فراهم بودن شرایط اقتصادی و اجتماعی برای رفع نیازهای اساسی و ضروری است [14]. کیفیت جامعه منجر به بهبود در شرایط زیستی انسان (به معنای دسترسی به آموزش، سلامت بهتر و منابع موردنیاز برای ضروریات زندگی)، بهبود در شرایط کسب‌وکار (گردش منابع و درآمدزایی، تجارت و روابط بین‌الملل، لجستیک و ...)، بهبود در شرایط محیطی (زیرساخت‌ها، شاخص‌های زیست‌محیطی و سلامتی آب‌وهوا) است.

کیفیت بنا به ماهیت چند رشته‌ای و چندبعدی خود، مفهومی چندوجهی با اجزا و عناصر چندگانه و متفاوت دارد. یافتن یک مجموعه ویژگی‌های مشترک در ادبیات کیفیت تقریبا غیرممکن است. با مطرح شدن ابعاد تازه‌ای از عوامل موثر در کیفیت، شاخص‌های جدیدی وارد محاسبات مربوط به شاخص کیفت شده است. در بسیار از مطالعات تجربی پیرامون کیفیت، عوامل و شاخص‌های گوناگونی مانند آب‌وهوا، بهداشت، جرایم اجتماعی، تفریحات، اشتغال و هزینه زندگی موردتوجه قرار گرفته است. هرچند توافقی کلی در خصوص آنچه به‌عنوان کیفیت کشور درنظر گرفته می‌شود وجود ندارد، اما برخی از محققان بر این باورند که معمولا کیفیت کشور به سطح مطلوب و نامطلوب بودن زندگی فرد با تاکید بر عوامل بیرونی مثل عوامل درآمدی و محیطی اشاره دارد. همچنین، کیفیت زندگی در یک کشور، سطح کلی رفاه و رضایت‌مندی است که افراد از ترکیب شرایط اجتماعی، اقتصادی، مادی و فیزیکی به‌دست می‌آورند.

به‌طورکلی در سه دهه اخیر، کیفیت کلی هر کشور به‌عنوان جانشینی برای رفاه مادی، به اصلی‌ترین هدف اجتماعی کشورهای گوناگون تبدیل شده است. اگرچه تجارب و مفاهیم حاصل از کیفیت زندگی متنوع و گسترده است اما در شرایط زمانی و مکانی معین و در جامعه‌ای خاص، امکان اندازه‌گیری کیفیت زندگی و رسیدن به اجماع در مورد عوامل تشکیل‌دهنده کیفیت زندگی وجود دارد. با توجه به مطالعاتی که در حوزه بررسی کیفیت یک کشور صورت گرفته است، می‌توان از انتخاب متغیرهای مناسب و نحوه وزن دادن به آن متغیرها به‌عنوان مهم‌ترین مشکل این‌گونه مطالعات نام برد. مطالعاتی که توسط رحمان و همکاران در سال ۲۰۰۵ و واحد مطالعات اکونومیست برای محاسبه شاخص کیفیت زندگی در کشورهای گوناگون صورت گرفته است، از مطالعات شناخته‌شده در این حوزه است که مجموعه‌ای جامع از متغیرها را با در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و جغرافیایی مورداستفاده قرار داده‌اند و شاخص‌های هشت‌گانه‌ای را به‌عنوان نمادی از کیفیت زندگی در نظر گرفته‌اند.

این شاخص‌ها عبارت‌اند از: رفاه مادی، بهداشت، امنیت، زندگی خانوادگی، زندگی اجتماعی، امنیت شغلی، آزادی سیاسی و برابری جنسیتی. برای برآورد شاخص کیفیت یک کشور، تحلیل جامع شاخص‌های مختلف ضروری است. این شاخص‌ها شامل عملکرد اقتصادی، کیفیت زیرساخت، پیشرفت فناوری، نتایج سلامت، پیشرفت تحصیلی و پایداری زیست‌محیطی است. هر یک از این ابعاد به‌طور قابل‌توجهی به کیفیت کلی زندگی و توسعه در یک کشور کمک می‌کند.

رشد و توسعه اقتصادی لزوما منجر به بهبود زندگی مردم یک کشور نشده و کیفیت زندگی لزوما به معنای بهبود شرایط اقتصادی جامعه نیست [15]. مطالعات علمی نشان می‌دهد که رابطه بین پیشرفت اقتصادی و کیفیت زندگی، رابطه‌ای خطی نیست؛ این دو، تا نقطه‌ای همسو و هم‌جهت حرکت می‌کنند و آن نقطه‌ای است که حداقل شرایط مطلوب مادی برای انسان را فراهم کند؛ ولی از این نقطه به بعد دیگر نمی‌توان انتظار داشت که تامین نیازهای اقتصادی به بهبود کیفیت زندگی کمک کند، زیرا انسان موجودی چندوجهی و پیچیده است و منطق اقتصادی نمی‌تواند بسیاری از رفتارهای او را تبیین کند. اما مسایل و شاخص‌های اقتصادی متعددی موجب افزایش کیفیت بخش‌های غیرمالی می‌شود که در بالا بردن کیفیت زندگی مردم

و کیفیت کلی یک کشور نقش دارند. رشد اقتصادی، موجب افزایش تجارت می‌شود و در این شرایط لجستک کارآمد و وجود زیرساخت‌های حمل‌ونقل باکیفیت موجب تداوم این شرایط خواهد شد. به عبارتی عملکرد لجستیک، تحت تاثیر کیفیت حمل‌ونقل، برای تقویت جهت‌گیری بیرونی و رقابتی یک کشور در بازارهای جهانی ضروری است. در کشورهای درحال‌توسعه بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل، به‌ویژه جاده‌ها و بنادر، موجب افزایش قابل‌توجه‌ای در کیفیت تحرک و کارایی در ارایه کالا و خدمات به‌واسطه صادرات این کشورها خواهد شد. طبق تحقیقاتی که در اندونزی و اوکراین طی سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ انجام شده است رابطه مستقیم بین کیفیت زیرساخت با رشد اقتصادی و کیفیت کلی یک کشور وجود دارد. باید توجه شود که زیرساخت‌های با کیفیت بالا برای رشد اقتصادی ضروری است، ولی به‌تنهایی کافی نیست. عواملی مانند کیفیت حاکمیت و مدیریت موثر منابع نیز نقش مهمی در تحقق پتانسیل کامل سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی ایفا می‌کنند. به‌طورکلی مفهوم کیفیت زیرساخت، استانداردها، اندازه‌شناسی و اعتبارسنجی را در برمی‌گیرد که برای روابط تجاری بین‌المللی حیاتی هستند [16].

رشد و افزایش عملکرد اقتصادی و پیشرفت اجتماعی یک کشور نیازمند زیرساخت‌های فناوری و تکنولوژی باکیفیت است؛ زیرا تکنولوژی موجب بهبود بهره‌وری می‌شود و استانداردهای زندگی را تسهیل می‌کند. کشورهایی که زیرساخت‌های فناوری باکیفیت را در اولویت قرار می‌دهند، می‌توانند رقابت جهانی و رشد اقتصادی خود را افزایش دهند. شاخص کیفیت تکنولوژی نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی سرانه بالاتر با بهبود کیفیت دیجیتال مرتبط است و بر رفاه کلی تاثیر می‌گذارد [1].

زیرساخت فناوری کیفیت مستلزم یک پایه ملی کیفیت قوی، ازجمله استانداردها و گواهینامه‌ها، برای پیشرفت فناوری و تجارت بین‌المللی است [17]. به عبارتی پیشرفت‌های تکنولوژیکی می‌توانند باعث رشد اقتصادی شوند، اما باید با کیفیت نهادی همراه شود تا از مزایای گسترده آن استفاده شود [18]. در مقابل، برخی استدلال می‌کنند که تمرکز صرف بر فناوری ممکن است عوامل اجتماعی حیاتی مانند آموزش و مراقبت‌های بهداشتی که به همان اندازه برای توسعه کل‌نگر یک کشور حیاتی هستند را نادیده بگیرد. ایجاد تعادل در پیشرفت فناوری با این عناصر برای رشد پایدار ضروری است. کشورهایی مانند فرانسه و فنلاند مثالی از چگونگی تاثیر تحول دیجیتال بر بالا بردن استانداردهای زندگی و اهمیت دسترسی به اینترنت و سواد دیجیتال است [1].

کیفیت کلی زندگی به‌طور ذاتی با کیفیت مراقبت‌های بهداشتی مرتبط است. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که سیستم‌های مراقبت بهداشتی موثر به‌طور قابل‌توجهی به بهبود نتایج سلامت کمک می‌کنند، که به‌نوبه خود کیفیت زندگی شهروندان را افزایش می‌دهد. در کشورهای توسعه‌یافته و برخی از کشورهای درحال‌توسعه چارچوب‌های ساختاریافته‌ای وجود دارد که منجر به بهبود قابل‌توجهی در خدمات بهداشتی می‌شود و این امر اجرای سیاست‌های ملی کیفیت را هموار می‌کند. به عبارتی کشورهای دارای استراتژی‌های مدیریت کیفیت قوی، مانند هلند و آلمان، کیفیت مراقبت‌های بهداشتی بالاتری دارند که اغلب توسط سازمان‌های خودتنظیمی مدیریت می‌شوند و موجب بالابردن کیفیت کلی کشور می‌شود.

کشورهایی که سیستم‌های آموزشی بهتری دارند، بهره‌وری نیروی کار و رشد اقتصادی بالاتری را تجربه می‌کنند. به‌عنوان‌مثال، کشورهای *OECD* به سطوح بهره‌وری به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از مرزهای جهانی دست یافته‌اند که عمدتا به دلیل کیفیت آموزش عالی است. سرمایه‌گذاری در آموزش، به‌ویژه در صلاحیت معلمان و نسبت دانش‌آموز به معلم، برای تقویت توسعه اقتصادی بسیار مهم است. کشورهایی که سطح مشارکت و کیفیت آموزشی بالاتری دارند، نابرابری درآمدی کمتر و عدالت اجتماعی بیشتری دارند [19]. علیرغم اهمیت شناخته‌شده آموزش، بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه با شاخص‌های کیفیت، مانند زیرساخت‌های ناکافی و نسبت بالای دانش‌آموز به معلم دست‌وپنجه نرم می‌کنند. توزیع نابرابر منابع آموزشی این چالش‌ها را به‌ویژه در مناطق روستایی تشدید می‌کند [20].

کشورهای دارای مدیریت زیست‌محیطی برتر به دلیل ثبات و پایداری درک شده، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشتری جذب می‌کنند. همچنین کنترل موثر آلودگی و مدیریت منابع پایدار عوامل حیاتی در افزایش جذابیت سرمایه‌گذاری یک کشور هستند. برخی از پژوهشگران معتقدند که یک رابطه بلندمدت بین رشد اقتصادی و کیفیت محیطی وجود دارد، با افزایش درآمد اغلب منجر به افزایش انتشار *CO2* می‌شود [21]. در این شرایط کیفیت نهادی نقش مهمی در کاهش تخریب محیط‌زیست دارد و درعین‌حال از رشد اقتصادی حمایت می‌کند [21].

قابل ذکر است که با وجود اثر مثبت کیفیت بالای محیطی و نهادی بر جذب سرمایه‌گذاری و ارتقا رشد اقتصادی، معمولا کشورهای کم‌درآمد برای ایجاد تعادل بین توسعه اقتصادی و پایداری محیطی دچار چالش می‌شوند و اغلب نتیجه فعالیت آن‌ها افزایش آلودگی با گسترش اقتصاد است. همچنین شاخص عملکرد زیست‌محیطی به‌شدت با شاخص‌های توسعه انسانی همبستگی دارد و بر اهمیت شیوه‌های پایدار تأکید دارد.

برمبنای آنچه بیان شد، کیفیت یک کشور یک شاخص چندوجهی است و می‌توان از روش‌شناسی‌های مختلفی استخراج کرد که هر روش بر جنبه ای تمایز از کیفیت تمرکز دارد. شاخص کیفیت یک کشور باید جامعیت لازم را داشته باشد به‌گونه‌ای که جنبه‌های مختلف اقتصادی، زیرساخت، تکنولوژی، بهداشت، آموزش و محیط‌زیست را در برگیرد [22]. همچنین درحالی‌که این شاخص‌های مطرح‌شده چارچوب قوی برای ارزیابی کیفیت ارایه می‌دهند، تعامل بین آن‌ها می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی در کشورها و زمینه‌های مختلف متفاوت باشد، که نشان می‌دهد ممکن است یک رویکرد یکسان، برای همه موثر نباشد.

۴- روش تحقیق

۴-۱- تحلیل عاملی

تحلیل عاملی، روشی آماری چند متغیره است که با نوعی آرایش مجدد، متغییرهای اصلی را به عامل‌های کمتری کاهش می‌دهد و این عوامل محدود برای تهیه بهترین الگو بارگذاری قابل تفسیر، مورداستفاده قرار می‌گیرد. نخستین مرحله در تحلیل عامل، استانداردسازی داده‌های خام و محاسبه ماتریس همبستگی بین متغیرهای استاندارد شده است. دومین مرحله محاسبه میزان باز عامل‌هاست که به‌صورت درجه نزدیکی بین عامل و متغیرها بیان می‌شود. در مرحله آخر با تبدیلات خطی عامل‌های متناظر با اولین دسته از بارگذاری‌ها با چرخش عامل، واریانس متغیرها بیشتر و برای تهیه بهترین الگو بارگذاری استفاده می‌شود [11].

۴-۲- محاسبه وزن‌های شاخص کیفیت با استفاده از تئوری آنتروپی شانون

برآورد شاخص کیفیت یک کشور با استفاده از رویکرد آنتروپی شامل ادغام شاخص‌های مختلف برای ارزیابی عملکرد کلی در بخش‌های مختلف است. این روش از مفهوم آنتروپی برای تعیین کمیت عدم قطعیت و تغییرپذیری در داده‌ها استفاده می‌کند که منجر به درک دقیق‌تری از معیارهای کیفیت می‌شود [23].

شانون مفهوم اطلاعات علمی یا آنتروپی اطلاعاتی را تحت عنوان آنتروپی شانون معرفی کرد. آنتروپی را می‌توان به‌عنوان معیاری از میزان آشفتگی در داخل سیستم تعریف کرد. در واقع آنتروپی شانون مقدار عدم‌قطعیت داده‌های پیش‌بینی‌شده از یک رخداد تصادفی را بیان می‌کند. وجود اطلاعات مشخص در یک مساله که سبب کاهش و یا از بین رفتن عدم‌قطعیت می‌شود، می‌تواند به‌عنوان یک شاخص در آنتروپی استفاده شود [24]؛ بنابراین، اطلاعات و عدم‌قطعیت به‌عنوان دو مولفه که اطلاعات به‌دست آمده را تشریح می‌کنند، به‌صورت اندازه‌گیری غیرمستقیم از مقدار عدم‌قطعیت کاهش‌یافته به‌دست می‌آیند.

۴-۳- مزایای روش آنتروپی شانون

۱. آنتروپی شانون بر اساس داده‌ها و اطلاعات واقعی عمل می‌کند و به هیچ‌گونه پیش‌فرض یا نظر شخصی نیاز ندارد. این ویژگی باعث می‌شود که نتایج بیشتر به واقعیت نزدیک باشد و خطای ناشی از سوگیری‌های فردی کاهش یابد.
۲. این روش قادر است داده‌های پیچیده و چندبعدی را به‌صورت یکپارچه تحلیل کرده و اطلاعات اضافی را از بین ببرد، بدون اینکه بخش‌های مهم داده‌ها نادیده گرفته شوند.
۳. این روش می‌تواند به‌راحتی برای تحلیل و ترکیب داده‌های بزرگ و چندگانه مورداستفاده قرار گیرد. این ویژگی به‌ویژه در تحلیل‌های مرتبط با پایش و ارزیابی شاخص‌های ترکیبی مفید است.
۴. این روش قادر است اهمیت نسبی هر یک از متغیرهای ورودی را تعیین کند. این ویژگی کمک می‌کند تا از وزن دهی صحیح به شاخص‌ها و متغیرها اطمینان حاصل شود.

۵. این روش به‌ویژه در مواقعی که داده‌ها نابرابر یا نامتعادل است (مثلا در مقیاس‌های مختلف) مفید است. زیرا به‌طور خودکار اهمیت نسبی هر داده را محاسبه می‌کند.

۴-۴- محدودیت‌های روش آنتروپی شانون

۱. آنتروپی شانون تنها بر مبنای پراکندگی اطلاعات و عدم اطمینان عمل می‌کند و هیچ‌گونه توجهی به روابط و همبستگی‌های میان متغیرها ندارد. به‌عبارت‌دیگر این روش قادر به شناسایی و تحلیل تعاملات پیچیده میان متغیرها نیست.

۲. یکی از محدودیت‌های این روش این است که اگر داده‌ها مقیاس‌های مختلفی داشته باشد نتایج ممکن است تحت تاثیر قرار گیرد. پیش‌پردازش داده‌ها (مانند نرمال‌سازی) برای جلوگیری از این مشکل ضروری است.

۳. برای اجرای درست آنتروپی شانون، داده‌ها باید کامل و دقیق باشد. در صورت وجود داده‌های گمشده یا اشتباه، نتایج تحلیل ممکن است قابل‌اعتماد نباشد.

۴. این روش بیشتر برای داده‌های کمی مناسب است و در تحلیل داده‌های کیفی مشکلاتی دارد.

۵. اگر چه آنتروپی شانون می‌تواند وزن‌های بهینه را به‌طور خودکار محاسبه کند، اما در مواقعی که نیاز به دخالت‌های انسانی برای تعیین وزن‌ها باشد، این روش ممکن است کارآمد نباشد.

۶. در صورت وجود تعداد زیادی متغیر و شاخص، محاسبه آنتروپی برای همه آن‌ها می‌تواند زمان‌بر و پیچیده باشد. این مساله به‌ویژه در محیط‌های تحلیل داده‌های کلان می‌تواند چالش‌برانگیز شود.

آنتروپی شانون به‌صورت زیر قابل‌تعریف است [11]:

تعداد n داده به‌صورت $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ احتمال $P\ X_1), \dots, P\ X_n)$ مفروض است. میزان آنتروپی که یک مقدار واقعی غیرصفر، جمع‌پذیر و یک تابع پیوسته با احتمال p است، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H\ X) = -\sum_{i-1}^{n} P_i . log_2 P_i,$$

که $H\ X)$ مقدار آنتروپی و P_i میزان احتمال است. برای محاسبه وزن هر یک از شاخص‌های کیفیت بر اساس آنتروپی شانون به ترتیب زیر عمل می‌شود. اگر تعداد m کشور در دسترس باشد و تصمیم بر ارزیابی کیفیت بر اساس n شاخص کیفیت باشد، بر اساس داده‌های مشاهداتی ماتریس مقادیر ویژه X به‌صورت زیر خواهد بود:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}.$$

در ادامه باید آماده‌سازی داده‌ها را برای کاهش تاثیر ایجادشده توسط اختلاف واحد پارامترهای کیفی مختلف انجام داد. بر این اساس با استفاده از تابع زیر نرمال‌سازی داده‌ها انجام شد:

$$Y = \frac{\left(x_{ij}\right)_{max} - x_{ij}}{\left(x_{ij}\right)_{max} - \left(x_{ij}\right)_{min}}.$$

پس از نرمال‌سازی داده‌های خام، ماتریس استاندارد داده‌ها به‌صورت زیر خواهد بود:

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{mn} \end{bmatrix}.$$

در ادامه باید نسبت مقدار شاخص مربوط به پارامتر j در نمونه i را بر اساس معادله زیر محاسبه کرد:

$$P_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} y_{ij}}.$$

آنتروپی اطلاعات نیز به‌صورت رابطه زیر بیان می‌شود:

$$e_j = -\frac{1}{ln\, m} \sum_{i=1}^{m} P_{ij}\, ln\, P_{ij}.$$

هرچه مقدار آنتروپی کمتر باشد، تاثیر پارامتر j بیشتر خواهد بود. پس از محاسبه میزان آنتروپی، وزن آنتروپی (w_i) هر پارامتر j با استفاده از معادله زیر به‌دست آمد:

$$w_i = \frac{1 - e_i}{\sum_{m}^{n}\left(1 - e_j\right)}.$$

۵- محاسبه شاخص کیفیت کشور

برای محاسبه شاخص کیفیت، ابتدا لازم است معیار رتبه‌بندی کیفی q_i برای هر یک از پارامترها تعیین شود. برای این منظور از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$q_i = \frac{C_i}{S_j} \times 100,$$

که در این معادله C_i مقدار هر شاخص در دامنه S_j آن شاخص بر اساس استاندارد ارزیابی کیفیت است. در انتها شاخص کیفیت بر اساس آنتروپی شانون از ضرب مقدار وزن آنتروپی و معیار رتبه‌بندی کیفی هر پارامتر در هم و جمع تمامی این مقادیر با هم به‌دست می‌آید.

$$EWQI = \sum_{j=1}^{n} w_j\, q_i.$$

با توجه به مقادیر $EWQI$، می‌توان وضعیت کشورها را از نظر کیفیت رده‌بندی کرد.

فرآیندهای ذکرشده برای هر ۶ بخش به‌طور مجزا محاسبه و در بخش نهایی به‌منظور به‌دست آوردن شاخص نهایی، ۶ شاخص به‌دست آمده در محاسبات اولیه مجدد در فرآیند آنتروپی قرار گرفته و شاخص نهایی محاسبه شده است. به‌کارگیری معیارهای گوناگون برای ساخت یک شاخص مرکب از محدودیت‌های خاص خود برخوردار است.

به عبارتی در انتخاب متغیرهای موثر بر ساخت شاخص مرکب کیفیت مشکل وجود همبستگی خطی بین عوامل و شاخص‌های انتخابی کیفیت و مشخص نبودن اهمیت ضرایب و وزن شاخص‌ها وجود دارد. برای رفع این نقیصه از تکنیک تحلیل عاملی و تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده می شود. به‌علاوه داشتن واحدهای اندازه‌گیری متفاوت، گستردگی شاخص‌های مورداستفاده، اهمیت بیش‌تر برخی از معیارها و تک ساختی بودن آن‌ها را می‌توان از دیگر محدودیت‌ها به شمار آورد. در این مقاله از ۵۸ شاخص جهت ایجاد شاخص کیفیت در ۶ بخش اصلی استفاده شده است و سپس با استفاده از ۶ شاخص به‌دست آمده، شاخص کیفیت کل برای کشورها به‌دست آمده است.

لیست شاخص‌های که برای هر بخش به‌کار گرفته شده است به شرح زیر است:

جدول ۱- زیرشاخص‌های کیفیت زیرساخت.
Table 1- Infrastructure quality sub-indices.

شاخص اصلی	معیارها	
رقابت‌پذیری	موسسات	امنیت
		سرمایه اجتماعی
		تعادل
		عملکرد بخش عمومی
		شفافیت
		حقوق مالکیت
		حاکمیت شرکتی
		جهت‌گیری آینده دولت
	زیرساخت	زیرساخت حمل‌ونقل
		زیرساخت‌های شهری
	پذیرش ICT	اشتراک تلفن همراه در هر ۱۰۰ نفر
		اشتراک پهن باند تلفن همراه در هر ۱۰۰ نفر
		اشتراک اینترنت پهن باند ثابت در هر ۱۰۰ نفر
		اشتراک اینترنت فیبر در هر ۱۰۰ نفر
		کاربران اینترنت درصد جمعیت بزرگ‌سال
	ثبات اقتصاد کلان	درصد تورم
		پویایی بدهی
	سلامت	سال‌های امید به زندگی سالم
	مهارت‌ها	نیروی کار فعلی
		مهارت‌های نیروی کار فعلی
		نیروی کار آینده
		مهارت‌های نیروی کار آینده
	بازار محصول	مسابقات داخلی
		باز بودن تجارت
	بازار کار	انعطاف‌پذیری
		شایسته‌سالاری و تشویق
	سیستم مالی	عمق
		پایداری
	اندازه بازار	تولید ناخالص داخلی PPP میلیارد دلار
		واردات کالا و خدمات GDP%
	پویایی کسب‌وکار	الزامات اداری
		فرهنگ کارآفرینی
	قابلیت نوآوری	تعامل و تنوع
		تحقیق و توسعه
		تجاری‌سازی
عملکرد لجستیک	شاخص عملکرد لجستیک	

جدول ۲- زیرشاخص‌های کیفیت اقتصاد.

Table 2- Sub-indicators of economic quality.

ردیف	شاخص اصلی
1	رشد تولید ناخالص داخلی (سالانه %)
2	توسعه انسانی
3	نرخ بهره واقعی (%)
4	امتیاز سهولت کسب‌وکار
5	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، درصد خالص تولید ناخالص داخلی
6	تولید ناخالص داخلی سرانه
7	تولید ناخالص داخلی PPP
8	اندازه اقتصاد سایه تولید ناخالص داخلی رسمی
9	تورم، قیمت مصرف‌کننده (سالانه %)
10	بیکاری، کل (% از کل نیروی کار)
11	شاخص جینی

جدول ۳- زیرشاخص‌های کیفیت آموزش.

Table 3- Education quality sub-indicators.

ردیف	شاخص اصلی
1	فقر یادگیری
2	نرخ سواد
3	هزینه‌های دولت برای آموزش
4	ثبت‌نام برابری جنسی
5	معلمان آموزش‌دیده
6	سرمایه انسانی

جدول ۴- زیرشاخص‌های کیفیت تکنولوژی.

Table 4- Technology quality sub-indices.

ردیف	شاخص اصلی
1	تعداد سرورهای اینترنتی ایمن به ازای هر یک‌میلیون نفر از جمعیت
2	اشتراک پهنای باند ثابت
3	اشتراک تلفن همراه
4	افرادی که از اینترنت استفاده می‌کنند
5	شاخص نوآوری جهانی
6	پیچیدگی اقتصادی

جدول ۵- زیرشاخص‌های کیفیت بهداشت.

Table 5- Health quality sub-indicators.

ردیف	شاخص اصلی
1	امید به زندگی
2	جمعیتی که حداقل از خدمات اولیه آب آشامیدنی استفاده می‌کنند
3	تولد با حضور پرسنل بهداشتی ماهر
4	هزینه‌های جاری سلامت (CHE) به‌عنوان درصد تولید ناخالص داخلی
5	هزینه‌های بهداشت عمومی دولت داخلی (GGHE-D) به‌عنوان درصد هزینه‌های عمومی دولت

جدول ۵- ادامه.
Table 5- Continued.

ردیف	شاخص اصلی
6	هزینه‌های بهداشت عمومی دولت داخلی (GGHE-D) به‌عنوان درصد هزینه‌های سلامت جاری
7	هزینه‌های بهداشت عمومی دولت داخلی (GGHE-D) به‌عنوان درصد تولید ناخالص داخلی
8	هزینه‌های بهداشت عمومی داخلی دولت (GGHE-D) سرانه به دلار آمریکا
9	متخصصین بهداشت و محیط‌زیست و حرفه‌ای (تعداد)

جدول ۶- زیرشاخص‌های کیفیت محیط‌زیست.
Table 6- Environmental quality sub-indicators.

ردیف	شاخص اصلی
1	عملکرد زیست‌محیطی
2	سرزندگی اکوسیستم
3	آلودگی هوا
4	تنوع زیستی و زیستگاه
5	کشاورزی
6	منابع آب
7	شیلات
8	تغییر اقلیم
9	نرخ رشد گازهای گلخانه‌ای تعدیل‌شده برای متان
10	نرخ رشد تعدیل‌شده گاز دی‌اکسید کربن
11	بهداشت محیط
12	فلزات سنگین
13	قرارگیری در معرض سرب
14	بهداشت و آب آشامیدنی
15	سیستم بهداشتی ناایمن
16	آب آشامیدنی ناسالم
17	کیفیت هوا
18	سرانه تولید زباله
19	زباله‌های جامد کنترل‌شده
20	نرخ بازیابی زباله
21	جابجایی خالص کربن به دلیل تغییر کاربری زمین
22	نرخ رشد گازهای گلخانه‌ای (سرانه انتشار)
23	مدیریت پسماند

داده‌های ذکرشده از گزارش رقابت‌پذیری جهانی (برای شاخص رقابت‌پذیری جهانی و زیر شاخص‌های آن)، گزارش شاخص عملکرد لجستیک (برای شاخص عملکرد لجستیک)، گزارش توسعه انسانی (برای داده‌های شاخص توسعه انسانی و زیر شاخص‌های آن)، بانک داده اقتصاد جهانی

(برای شاخص خالص سرمایه‌گذاری خارجی، سهم خالص سرمایه‌گذاری خارجی از (*GDP*)، بانک داده سازمان جهانی مالکیت فکری (برای شاخص نوآوری جهانی و زیرشاخص‌های آن)، اطلس پیچیدگی اقتصادی (برای شاخص پیچیدگی اقتصادی و چشم‌انداز پیچیدگی اقتصادی)، بانک داده تغیر جهانی داده‌ها (برای شاخص نرخ باسوادی)، سازمان جهانی سلامت (برای داده کیفیت آب، تولد با حضور پرسنل بهداشت، سهم هزینه‌های سلامت از تولید ناخالص داخلی، سهم هزینه سلامت از هزینه‌های عمومی دولت، سهم هزینه سلامت از کل هزینه‌های جاری سلامت و سرانه هزینه‌های بهداشت عمومی)، مرکز توسعه جهانی (برای شاخص عملکرد محیطی، شاخص سرزندگی اکوسیستم، شاخص آلودگی هوا، شاخص تنوع زیستی، شاخص کشاورزی، شاخص منابع آب، شاخص شیلات شاخص کاهش تغییرات آب و هوایی، شاخص رشد گازهای گلخانه‌ای و شاخص بهداشت محیط)، بانک داده بانک جهانی (برای سایر داده‌ها).

۶- تجزیه‌وتحلیل محاسبات

جهت محاسبه شاخص کیفیت هر یک از ۶ بخش اصلی (بهداشت، محیط‌زیست، آموزش، اقتصاد، تکنولوژی و زیرساخت) زیر شاخص‌های کلیدی هر بخش طبق مبانی نظری موجود جمع‌آوری و در فرآیند آنتروپی قرار گرفته است.

شاخص کیفیت زیرساخت[1] معیاری است که برای ارزیابی وضعیت و کیفیت زیرساخت‌های یک کشور یا منطقه به کار می‌رود. این شاخص شامل ارزیابی بخش‌های مختلف زیرساختی است که نقش کلیدی در توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی دارد. زیرساخت‌ها شامل حمل‌ونقل (جاده‌ها، راه‌آهن، بنادر و فرودگاه‌ها)، زیرساخت‌های انرژی (نیروگاه‌ها و شبکه‌های توزیع برق)، آب و فاضلاب، فناوری اطلاعات و ارتباطات (اینترنت و مخابرات) و زیرساخت‌های شهری (مثل ساختمان‌های عمومی، پل‌ها و تونل‌ها) است. ارزیابی شاخص کیفیت زیرساخت از طریق شاخص‌های جهانی ۱- شاخص رقابت‌پذیری جهانی[2] و ۲- شاخص عملکرد لجستیک[3] انجام می‌شود.

شاخص رقابت‌پذیری جهانی، در سال ۲۰۱۵ طی مطالعات و مشاوره‌های متعدد (بر اساس ایده اصلی پروفسور کلاوس شواب و راهنمایی‌های پروفسور خاویر سالای مارتین از دانشگاه کلمبیا) آغاز شد. پس‌ازآن ده‌ها متخصص از دانشگاه‌ها، سازمان‌های بین‌المللی، سازمان‌های غیردولتی، اتاق‌های فکر، بانک‌های مرکزی و دولت‌ها نظرات و بازخوردهای خود را در مورد جنبه‌های مفهومی و فنی ارایه کردند تا جدیدترین نظریه‌ها و شاخص‌ها را در این شاخص درنظر گرفته شود. شاخص رقابت‌پذیری جهانی، در ۱۲ رکن اصلی (نهادها یا موسسات، زیرساخت‌ها، ثبات اقتصادی، سلامت، آموزش و مهارت‌ها، بازار محصول، بازار کار، سیستم مالی، اندازه بازار، پویایی کسب‌وکار، نوآوری و مهارت‌های دیجیتال) دسته‌بندی می‌شود.

زیرساخت‌هایی مانند جاده‌ها، راه‌آهن، فرودگاه‌ها و بنادر به‌طور مستقیم بر کیفیت خدمات لجستیک تاثیر دارد. زیرساخت‌های باکیفیت موجب کاهش زمان حمل‌ونقل، کاهش هزینه‌ها و بهبود دسترسی به خدمات و مدیریت زنجیره تامین می‌شود؛ همچنین زیرساخت‌های چون سیستم‌های *IT* و فناوری اطلاعات، به قابلیت ردیابی و رهگیری محموله‌ها کمک می‌کند. شاخص عملکرد لجستیک یک ابزار سنجش تعاملی است که برای کمک به کشورها ایجاد شده است تا چالش‌ها و فرصت‌هایی را که در عملکرد خود در زمینه لجستیک تجاری با آن مواجه هستند شناسایی کنند و برای بهبود عملکرد خود برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهند. این شاخص شامل ۶ معیار اصلی (کارایی ترخیص کالاها در مرزها، کیفیت زیرساخت‌های تجاری و حمل‌ونقل، سهولت دسترسی به خدمات لجستیک باکیفیت، قابلیت ردیابی و رهگیری محموله‌ها، زمان ارسال محموله‌ها و قیمت رقابتی خدمات حمل‌ونقل) است. در مجموع از قرارگیری شاخص‌های رقابت‌پذیری جهانی و شاخص عملکرد لجستیک در فرآیند شاخص سازی آنتروپی، شاخص کیفیت زیرساخت برای ایران معادل ۰/۲۳ برآورد شد.

[1] Quality of infrastructure
[2] Global competitiveness index
[3] Logistics performance index

کیفیت اقتصاد به معنای توانایی یک سیستم اقتصادی در ایجاد و حفظ رشد پایدار و بلندمدت است که در آن فرصت‌های اقتصادی عادلانه توزیع شده است و رفاه عمومی جامعه به‌طور مستمر بهبود می‌یابد. این شاخص معمولا شامل مجموعه‌ای از معیارها و متغیرهاست که جنبه‌های مختلف اقتصادی را می‌سنجد. زیر شاخص‌های که در این پژوهش جهت به‌دست آوردن شاخص کیفیت اقتصاد موردبررسی قرار گرفته است شامل (تولید ناخالص داخلی، حجم اقتصاد سایه، تورم، نرخ بیکاری، توسعه انسانی، نرخ بهره واقعی، سهولت تجارت، سرمایه‌گذاری خارجی، سهم سرمایه‌گذاری خارجی از *GDP*، شکاف فقر و ضریب جینی) است. طبق محاسبات انجام‌شده در فرآیند شاخص سازی آنتروپی، شاخص کیفیت اقتصاد ایران حدود ۰٫۵۶ برآورد گردد.

کیفیت تکنولوژی[1] هر کشور به میزان توانایی و کارآمدی آن کشور در توسعه، پیاده‌سازی و استفاده از فناوری‌های نوین و پیشرفته اشاره دارد. این کیفیت به عواملی چون سطح تحقیق و توسعه، میزان بهره‌وری صنعتی، زیرساخت‌های فنی، کیفیت آموزش و نوآوری بستگی دارد. در واقع، کیفیت تکنولوژی نشان‌دهنده توانایی یک کشور در بهره‌برداری بهینه از فناوری‌های موجود و پیشروی در مسیر توسعه فناوری‌های جدید است. زیر شاخص‌های که در این پژوهش جهت به‌دست آوردن شاخص کیفیت تکنولوژی موردبررسی قرار گرفته است شامل (شاخص نوآوری جهانی، زیرساخت تکنولوژی و پیچیدگی اقتصادی) است. در فرآیند شاخص‌سازی آنتروپی، شاخص کیفیت تکنولوژی برای ایران معادل ۰٫۴ برآورد شد.

کیفیت آموزش به مجموعه‌ای از ویژگی‌ها، شرایط و فرآیندهایی اطلاق می‌شود که منجر به ارایه آموزش موثر، پایدار و کارآمد برای رشد و توسعه یادگیرندگان می‌شود. این مفهوم شامل تمام ابعاد آموزش ازجمله محتوا، روش‌های تدریس، تعامل معلمان و دانش آموزان، منابع آموزشی و نتایج نهایی (چهارچوب‌های اجتماعی و اقتصادی) است. زیر شاخص‌های که در این پژوهش جهت به‌دست آوردن شاخص کیفیت آموزش موردبررسی قرار گرفته است شامل (فقر یادگیری، نرخ سواد، هزینه‌های دولت برای آموزش، نرخ ثبت‌نام:برابری جنسی، معلمان آموزش‌دیده، سرمایه انسانی) است. طبق محاسبات انجام‌شده، شاخص کیفیت آموزش برای ایران حدود ۰٫۵۶ به‌دست آمده است.

کیفیت بهداشت[2] به مجموعه‌ای از استانداردها، دستورالعمل‌ها و اقداماتی گفته می‌شود که در جهت (حفظ سلامت افراد، جلوگیری از بیماری‌ها، ارتقای بهداشت عمومی و ایجاد محیطی ایمن برای زندگی و کار) است. این شاخص شامل رعایت اصول بهداشت فردی، محیطی، مواد غذایی، آب‌وهوا، نظارت و کنترل عوامل زیان‌آور بر سلامت است. زیر شاخص‌های که در این پژوهش جهت به‌دست آوردن شاخص کیفیت بهداشت موردبررسی قرار گرفته است شامل (امید به زندگی، جمعیتی که حداقل از خدمات اولیه آب آشامیدنی استفاده می‌کنند، تولد با حضور پرسنل بهداشتی ماهر، سهم هزینه‌های جاری سلامت از تولید ناخالص داخلی، شاخص سهم هزینه‌های بهداشت عمومی از هزینه‌های عمومی دولت، سهم هزینه‌های بهداشت عمومی از کل هزینه‌های جاری سلامت، سهم هزینه‌های بهداشت عمومی دولت از تولید ناخالص داخلی، سرانه هزینه‌های بهداشت عمومی دولت) است. شاخص کیفیت بهداشت برای ایران، از طریق رویکرد آنتروپی معادل ۰٫۵۷ برآورد گردید.

کیفیت محیط‌زیست به وضعیت کلی عناصر محیطی ازجمله هوا، آب، خاک و اکوسیستم‌ها اشاره دارد که تاثیر مستقیمی بر سلامت انسان‌ها، جانوران و گیاهان دارد. این مفهوم شامل میزان پاکی و سلامت این عناصر و میزان پایبندی به استانداردهای محیط زیستی برای جلوگیری از آلودگی‌ها و تخریب منابع طبیعی است. کیفیت محیط‌زیست اغلب با شاخص‌ها و معیارهای مشخصی سنجیده می‌شود تا وضعیت فعلی محیط و آثار سیاست‌های حفاظت از محیط‌زیست بررسی شود.

زیر شاخص‌های که در این پژوهش جهت به‌دست آوردن شاخص کیفیت محیط‌زیست موردبررسی قرار گرفته است شامل (سرزندگی اکوسیستم، آلودگی هوا، تنوع زیستی و زیستگاه، کشاورزی، منابع آب، شیلات، تغییرات آب و هوایی، نرخ رشد گازهای گلخانه‌ای تعدیل‌شده برای متان، نرخ رشد سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای، نرخ رشد انتشار گاز دی‌اکسید کربن (تعدیل‌شده)، جابجایی خالص کربن به دلیل تغییر کاربری زمین، بهداشت

[1] Technology quality
[2] Health quality

محیط، فلزات سنگین، قرارگیری در معرض سرب، بهداشت و آب آشامیدنی، سیستم بهداشتی ناایمن، شاخص آب ناسالم، کیفیت هوا، مدیریت پسماند، سرانه تولید زباله، زباله جامد کنترل‌شده و نرخ بازیابی زباله) است. شاخص کیفیت محیط‌زیست برای ایران معادل ۰٫۴۳ برآورد شد.

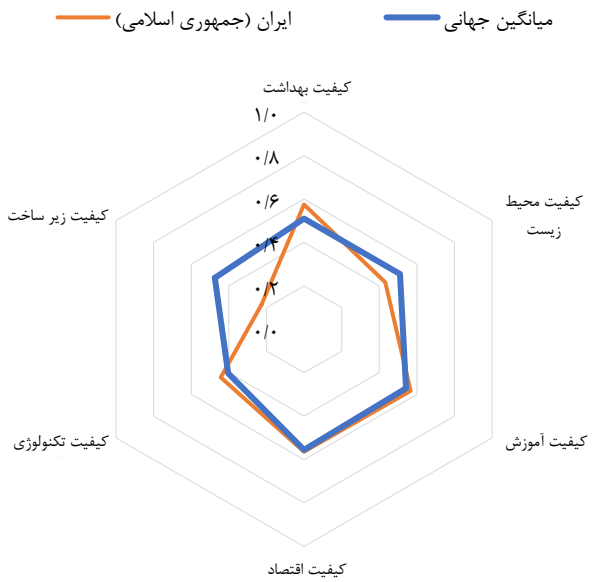
وزن شاخص‌های کیفیت بهداشت، محیط‌زیست، آموزش، اقتصاد، تکنولوژی و زیرساخت به ترتیب (۰٫۱۶۸، ۰٫۱۶۳، ۰٫۱۷، ۰٫۱۶۹، ۰٫۱۶۶ و ۰٫۱۶۴) محاسبه شده است. به عبارتی تاثیر ۶ بخش موردبررسی در کیفیت کلی یک کشور تاثیر تقریبا مشابهی دارند. مطابق با وزن‌های به‌دست آمده، شاخص کل برای ایران محاسبه شده است. نتایج آن به شرح زیر است:

جدول ۷- شاخص کیفیت در ۶ بخش اصلی و شاخص کلی کیفیت ایران و رتبه ایران بین ۱۳۰ کشور.

Table 7- Quality index in 6 main sectors and Iran's overall quality index and Iran's rank among 130 countries.

عنوان	کیفیت						شاخص کل کیفیت
	بهداشت	محیط‌زیست	آموزش	اقتصاد	تکنولوژی	زیرساخت	
مقدار	0.57	0.43	0.57	0.56	0.44	0.23	0.499
رتبه/ ۱۳۰	51	86	66	60	56	100	73

منبع: محاسبات محقق



شکل ۱- شاخص کیفیت کشور (۶ بخش اصلی).

Figure 1- Country quality index (6 main sections).

۷- یافته‌های تحقیق

کیفیت زندگی در هر کشور به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی توسعه و پیشرفت، همواره مورد توجه سیاست‌گذاران، پژوهشگران و نهادهای بین‌المللی بوده است. در این راستا برآورد شاخص کیفیت ایران ابزاری برای سنجش و تحلیل وضعیت موجود در ابعاد مختلف است که می‌تواند راهنمایی موثر برای برنامه ریزی‌های آینده باشد. این پژوهش با هدف ارایه تصو یری دقیق و جامع از کیفیت کلی کشور، شاخص کیفیت را در شش بعد اصلی (اقتصادی، تکنولوژی، زیر ساخت، آموزش، بهداشت و محیط زیست) مورد بررسی قرار داده است.

در هر یک از ابعاد مورد نظر چندین شاخص مرتبط و کلیدی تحلیل و بررسی شده است. سپس بر اساس رویکردهای علمی و مدل‌های شاخص-سازی، برای هر بعد، یک شاخص کیفیت استخراج شده است؛ در پایان این شش شاخص به صورت یکپارچه تلفیق شده تا شاخص کلی کیفیت برای کشور به‌عنوان یک معیار واحد و جامع معرفی شود. نتایج برآوردهای صورت گرفته نشان داد که شاخص کیفیت ایران ۰٫۴۴۹ است و از بین

۱۳۰ کشور بررسی شده، در جایگاه هفتاد و دومین قرار دارد و منحنی کیفیت ایران در بخش زیرساخت با فاصله قابل توجه‌ای کمتر از میانگین جهانی است و در سایر بخش‌ها تقریبا منطبق بر میانگین جهانی است.

این در حالی است که کشور فنلاند با شاخص کل کیفیت ۰٫۸۹ در جایگاه اول قرار دارد. شاخص کیفیت زیرساخت، اقتصاد، بهداشت، تکنولوژی و محیط زیست برای این کشور به ترتیب ۰٫۹۳، ۰٫۶۲، ۰٫۶۲، ۰٫۷۳، ۰٫۷۲ و ۰٫۷۹ است. منحنی کیفیت این کشور خارج از میانگین جهانی (با فاصله حداقلی ۲۰%) است. ایران با وجود ظرفیت‌ها و منابع قابل توجه، در شاخص‌های کیفیت عملکرد متوسطی داشته است. این کشور به دلیل چالش‌های اقتصادی، مشکلات زیرساختی و مسائل زیست محیطی نتوانسته است به سطح بالای از کیفیت در بخش‌های مختلف دست یابد.

۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

می‌توان تجربیات و دلایل قرارگیری ایران در سطح کیفیت ۰٫۴۴۹ را به شرح زیر گروه‌بندی کرد.:

بخش زیرساخت

۱. سرمایه‌گذاری ناکافی: کاهش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل، انرژی و ارتباطات به دلیل مشکلات مالی و تحریم‌ها است.
۲. فرسودگی زیرساخت‌ها: بسیاری از زیرساخت‌های حمل‌ونقل (مانند جاده‌ها و راه‌آهن) و تاسیسات شهری قدیمی شده و نیاز به بازسازی دارد.
۳. مشکلات مدیریتی: سو مدیریت در پروژه‌های عمرانی و عدم برنامه‌ریزی بلندمدت منجر به کاهش کارایی زیرساخت‌ها شده است.
۴. عدم بهره‌وری انرژی: شبکه برق و آب‌رسانی ایران با هدررفت بالا مواجه است و سیستم مدیریت انرژی ناکارآمد است.

بخش اقتصاد

۱. وابستگی به نفت: اقتصاد ایران به‌شدت به درآمدهای نفتی وابسته است که نوسانات قیمت جهانی و تحریم‌ها می‌تواند تاثیرات منفی بر آن بگذارد.
۲. تحریم‌های بین‌المللی: تحریم‌ها منجر به کاهش صادرات، تورم بالا و کاهش سرمایه‌گذاری خارجی شده است.
۳. نرخ بالای بیکاری و تورم: مشکلات در ایجاد اشتغال پایدار و تورم مداوم بر معیشت مردم تاثیر منفی گذاشته است.
۴. ضعف در تنوع اقتصادی: کمبود توسعه در صنایع غیرنفتی و نوآوری در بخش خصوصی باعث کاهش پو یایی اقتصادی شده است.

بخش تکنولوژی

۱. رشد دانشگاهی: ایران در تربین نیروی انسانی ماهر (به و یژه در رشته‌های مهندسی و علوم پایه) عملکرد خو بی داشته است؛ اما استفاده عملی از این نیروی انسانی محدود است.
۲. تحریم‌ها و فناوری وارداتی: محدودیت در دسترسی به فناوری‌های پیشرفته به دلیل تحریم‌ها باعث کاهش توان رقابت فناوری در سطح جهانی شده است.
۳. رشد در برخی حوزه‌ها: موفقیت نسبی در فناوری‌های دفاعی، نانو و بیوتکنولوژی وجود دارد، اما این پیشرفت‌ها به دیگر بخش‌های اقتصادی و صنعت تعمیم نیافته است.
۴. مشکلات در زیرساخت‌های دیجیتال: اینترنت با سرعت‌پایین، عدم پوشش کافی و محدودیت‌های دسترسی باعث کاهش کارایی تکنولوژی شده است.

بخش بهداشت

۱. دسترسی گسترده به خدمات: نظام سلامت ایران با ارایه خدمات ارزان یا رایگان در مناطق روستایی و شهری توانسته است پوشش درمانی را افزایش دهد.
۲. تمرکز بر آموزش پزشکی: تربیت پزشکان و متخصصان در دانشگاه‌های داخلی باعث شده است که این کشور در بسیاری از شاخه‌های پزشکی پیشرفت کند.
۳. مشکلات در مدیریت نظام سلامت: کمبود بودجه، نبود سیاست‌های پیشگیرانه و مدیریت ناکارآمد منجر به کاهش کیفت خدمات شده است.
۴. نابرابری در دسترسی: تفاوت کیفیت خدمات درمانی در شهرهای بزرگ و مناطق محروم قابل‌توجه است.

بخش آموزش

۱. پیشرفت در آموزش عالی: این کشور از نظر تعداد دانشگاه‌ها و تربیت نیروی انسانی در سطح بالایی قرار دارد و سالانه فارغ‌التحصیلان زیادی در رشته‌های مختلف تولید می‌کند.
۲. کمبود ارتباط بین آموزش و بازار کار: عدم هماهنگی میان محتوای آموزشی و نیازهای بازار کار منجر به افزایش نرخ بیکاری در میان فارغ‌التحصیلان شده است.
۳. کیفیت پایین در برخی مقاطع: در مقاطع ابتدایی و متوسطه، به ویژه در مناطق روستایی، کیفیت آموزش پایین‌تر از حد استاندارد است.
۴. مشکلات در تامین تجهیزات: مدارس بسیاری از نظر تجهیزات آموزشی و دسترسی به فناوری دچار کمبود هستند.

بخش محیط زیست

۱. بحران آب: ایران به دلیل سو مدیریت منابع آبی و تغییرات اقلیمی با خشک‌سالی و کاهش منابع آب مواجه است.
۲. آلودگی هوا: آلودگی شدید هوا در شهرهای بزرگ مانند تهران و اصفهان ناشی از استفاده گسترده از سوخت‌های فسیلی و ضعف در مدیریت حمل‌ونقل است.
۳. تخریب منابع طبیعی: قطع بی‌رویه جنگل‌ها، فرسایش خاک و از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی از دیگر مشکلات زیست‌محیطی است.
۴. ضعف در مدیریت پسماند: عدم وجود سیستم‌های پیشرفته مدیریت زباله در بازیافت منجر به آلودگی بیشتر شده است.

همچنین از دلایل کلی برای سطح کیفیت فعلی ایران می‌توان به موارد زیر نیز اشاره کرد:

۱. تحریم‌های بین‌المللی: تحریم‌ها تاثیرات گسترده‌ای بر اقتصاد، فناوری و زیرساخت‌های ایران داشته است.
۲. مشکلات مدیریتی: نبود برنامه‌ریزی بلندمدت و سو مدیریت در بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی منجر به کاهش کیفیت زندگی شده است.
۳. جمعیت زیاد و نابرابری: تفاوت‌های قابل‌توجه در توزیع منابع و خدمات در مناطق شهری و روستایی باعث کاهش میانگین شاخص‌ها شده است.
۴. وابستگی به نفت: اقتصاد تک‌محصولی وابسته به نفت، ایران را در برابر نوسانات جهانی آسیب‌پذیر کرده است.

فرصت‌های ازدست‌رفته: با وجود نیروی انسانی توانمند و منابع طبیعی فراوان، عدم بهره‌وری کافی منجر به عدم تحقق پتانسیل‌های ایران شده است.

۱-۶- محدودیت‌های پژوهش و پیشنهادها

بزرگ‌ترین محدودیت این پژوهش دسترسی به داده‌ها به‌طور *Qualitative research method in social sciences with emphasis on grounded theory" (GTM)* "جامع و برای همه کشورها است. کیفیت ابعاد مختلفی دارد و برای سنجش مناسب آن نیاز به درنظر گرفتن تمام ابعاد است. هر یک از ابعاد کیفیت خود از زیربخش‌های تشکیل شده است که هر زیر بخش خود شامل زیرگروه‌های متفاوتی است؛ دسترسی به دیتای صحیح و معقول تمام شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها و گروه‌ها برای تمام کشورهای موردبررسی بسیار دشوار است.

ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود هر سال آمار دقیق‌تری ثبت گردد و دیتای شاخص‌های مرتبط با کیفیت در دسترس پژوهشگران قرار گیرد تا برآورد شاخص کیفیت هر سال دقیق‌تر و اصولی‌تر شود، زیرا هر چه ابعاد بیشتری در برآورد کیفیت لحاظ شود این شاخص جامعیت بیشتری خواهد داشت و هر چه تعداد کشورهای بیشتری در سنجش شاخص کیفیت درنظر گرفته شود وزن دهی به ابعاد کیفیت دقیق‌تر خواهد بود.

منابع

[1] Kraus, K. (2024). Digital quality of society's life as a result of economic growth in the conditions of institutional and structural changes. *Modeling the development of the economic systems*, (3), 38–45. https://doi.org/10.31891/mdes/2024-13-5
[2] Libório, M. P., Karagiannis, R., Diniz, A. M. A., Ekel, P. I., Vieira, D. A. G., & Ribeiro, L. C. (2024). The use of information entropy and expert opinion in maximizing the discriminating power of composite indicators. *Entropy*, *26*(2), 143. https://doi.org/10.3390/e26020143

[3] Marković, R., Radulović, O., Ignjatović, A., Stojanović, M., & Višnjić, A. (2022). Quality of healthcare in the Republic of Serbia: The concept we still strive for. *Glasnik javnog zdravlja*, *96*(1), 71–77. https://doi.org/10.5937/serbjph2201071m
[4] Sarra, A., Nissi, E., Evangelista, A., & Di Battista, T. (2024). A functional approach for constructing dynamic composite indicators. *Statistical methods and applications*, *33*(1), 173–204. https://doi.org/10.1007/s10260-023-00728-8
[5] Lee, Y. J. (2008). Subjective quality of life measurement in Taipei. *Building and environment*, *43*(7), 1205–1215. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.023
[6] Ibem, E. O., & Amole, D. (2013). Subjective life satisfaction in public housing in urban areas of Ogun State, Nigeria. *Cities*, *35*, 51–61. https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.06.004
[7] Olajuyigbe, A. E., Osakpolor, S., & Adegboyega, S. A. (2013). Assessment of quality of life using geographical information system approach for poverty alleviation decision-making. *International journal of sustainable land use and urban planning*, *1*(1), 1–20. https://doi.org/10.24102/ijslup.v1i1.188
[8] Kireenko, A., & Nevzorova, E. (2015). Impact of shadow economy on quality of life: Indicators and model selection. *Procedia economics and finance*, *25*, 559–568. https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00770-4
[9] Omodero, C. O. (2019). The financial and economic implications of underground economy: The Nigerian perspective. *Academic journal of interdisciplinary studies*, *8*(2), 155–167. https://doi.org/10.2478/ajis-2019-0027
[10] Ghaemi, F., Hosni, M., & Khan Mohammadi, M. H. (2022). Presenting a comprehensive model of the economic dimension of quality of life using the grounded theory method. *Financial economics*, *16*(58), 23-46. (**In Persian**). https://journals.iau.ir/article_691494.html?lang=en
[11] Parsamehr, A. H. , Malekinezhad, H. and Khosravani, Z. (2018). Investigation of shannon entropy theory in weighting of water quality index (Case study: Mighan Aquifer). *Iranian water researches journal*, *12*(2), 101-110. (**In Persian**). https://iwrj.sku.ac.ir/article_10591.html?lang=en
[12] Osoolian, M., Hoseyni Esfidavajani, S. A., & Bagheri, M. (2019). Stock market index analysis with entropy approach. *Financial management perspective*, *8*(24), 159-180. (**In Persian**). https://jfmp.sbu.ac.ir/article_95580.html?lang=en
[13] Taghizadeh M, Mohtashami Borzadaran G, A. M. (2020). Measure the fluctuation of the stock index according to approximate entropy and standard deviation. *Journal of official statistics of Iran*, *31*(1), 265-278. (**In Persian**). https://ijoss.srtc.ac.ir/article-1-390-fa.html
[14] Chreneková, M., Melichová, K., Marišová, E., & Moroz, S. (2016). Informal employment and quality of life in rural areas of ukraine. *European countryside*, *8*(2), 135–146. https://doi.org/10.1515/euco-2016-0011
[15] Das, D. (2008). Urban quality of life: A case study of Guwahati. *Social indicators research*, *88*(2), 297–310. https://doi.org/10.1007/s11205-007-9191-6
[16] Kumar, V., & Al-Bashrawi, S. A. (2024). Quality infrastructure: Metrology, accreditation, and standards. In *Handbook of quality system, accreditation and conformity assessment* (pp. 753–802). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-97-5750-3_47
[17] Ye, G. (2019). Strengthening quality technology infrastructure is a top priority. *IOP conference series: earth and environmental science* (Vol. 218, No. 1, p. 012101). IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/218/1/012101
[18] Todorova, V. (2022). Impact of institutional quality and technological progress on countries economic development. *Entrepreneurship*, *10*(2), 33–41. https://doi.org/10.37708/ep.swu.v10i2.3
[19] Agranovich, M. L., & Dreneva, A. A. (2021). How are the characteristics of national educational systems related to social inequality? *The education and science journal*, *23*(9), 81–114. https://doi.org/10.17853/1994-5639-2021-9-81-114
[20] Tesfay, A. (2019). Analysis of educational services distribution and accessibility as education quality indicators: Evidence from geospatial analysis and administrative time series data (Case study: Gambela city, Gambella Regional State, Ethiopia, East Africa). *International journal of architecture and urban development*, *9*(3), 21-30. (**In Persian**). https://www.sid.ir/paper/329246/en
[21] ul Hasan, M., Ullah, S., & Sultan, S. (2024). Environmental quality, economic growth and role of institutional quality: Panel data analysis from selected Asian countries. *Annals of social sciences and perspective*, *5*(2), 351–361. https://doi.org/10.52700/assap.v5i2.427
[22] Navasardyan, M., & Mkrtchyan, T. (2023). Assessing economic growth quality. *International journal of professional business review*, *8*(7), e02810. https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i7.2810
[23] Dash, S., & Kalamdhad, A. S. (2021). Discussion on the existing methodology of entropy-weights in water quality indexing and proposal for a modification of the expected conflicts. *Environmental science and pollution research*, *28*(38), 53983–54001. https://doi.org/10.1007/s11356-021-14482-5
[24] Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell system technical journal*, *27*(3), 379–423. https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x